

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 62242378
PUBLICATION DATE : 22-10-87

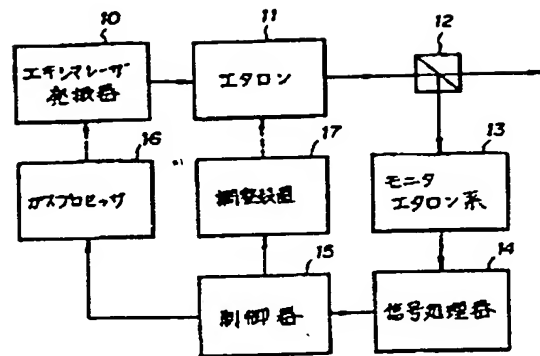
APPLICATION DATE : 14-04-86
APPLICATION NUMBER : 61085722

APPLICANT : KOMATSU LTD;

INVENTOR : YAMAGUCHI TADAYOSHI;

INT.CL. : H01S 3/102 H01S 3/094 H01S 3/105

TITLE : CONTROLLING METHOD FOR
WAVELENGTH OF LASER LIGHT



ABSTRACT : **PURPOSE:** To control the wavelength of a laser light beam without using a spectroscope by making part of oscillated laser light beams fall on an optical means of forming interference fringes, and by changing the wavelength of the oscillated laser light beams so that the position of the interference fringes be coincident with a position relevant to a target wavelength.

CONSTITUTION: An excimer laser oscillator 10 oscillates laser light beams having a wavelength of an ultraviolet area, and an etalon, one of wavelength selecting means, allows only laser light beams of specified wavelength to pass through, while a beam splitter 12 splits incident laser light beams, leading one of them to a main use and the other to a monitor etalon system 13. Interference fringes are formed on a detecting plane, and a line image sensor 13c supplies a signal processor 14 with informations on the position and intervals of these interference fringes. The signal processor 14 compares a found wavelength with a target wavelength and delivers a control signal to a controller 15 so as to make the oscillated wavelength coincide with the target wavelength. The controller 15 gives a control to a gas processor 16 or an adjusting unit 17 or to both of them.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-242378

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)10月22日

H 01 S 3/102
3/094
3/105

7630-5F
7630-5F
7630-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 レーザ光の波長制御方法

⑯ 特 願 昭61-85722

⑰ 出 願 昭61(1986)4月14日

特許法第30条第1項適用 昭和60年12月20日 社団法人発明協会発行の発明協会公開技報により発表

⑱ 発 明 者	梶 山 康 一	平塚市高村203-14-406
⑱ 発 明 者	斉 藤 馨	平塚市万田18
⑱ 発 明 者	板 倉 康 夫	平塚市万田18
⑱ 発 明 者	若 林 理	平塚市万田18
⑱ 発 明 者	小 若 雅 彦	平塚市万田18
⑱ 発 明 者	山 口 忠 義	平塚市北金目1214-7
⑰ 出 願 人	株式会社小松製作所	東京都港区赤坂2丁目3番6号
⑲ 代 理 人	弁理士 木村 高久	

明 細 書

1. 発明の名称

レーザ光の波長制御方法

2. 特許請求の範囲

発振レーザ光の一部を、該レーザ光の波長に対応した位置に干渉縞を形成する光学手段に入射させ、前記干渉縞の位置が目標波長に関連した位置と一致するように前記発振レーザ光の波長を変更する手段を制御することを特徴とするレーザ光の波長制御方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はレーザ光の波長制御方法に関する。

〔従来の技術〕

従来、レーザ光の波長を知るためには、第5図に示すようにレーザ光源1から出射したレーザ光をレンズ・フィルタ等の前処理系2で加工し、分

光器3に通した光として分光器3の入射スリット3aに導入し、分光器3中の回折格子4b、3c(あるいはプリズム)と回転ステージにより決められた方向へ光を導き、出射スリット3dから光が出てきた時を信号処理器4で検知し、このときの回転ステージの角度(回転ステージの角度と波長との関係は予め検定されている)からレーザ光の波長を検知する。

したがって、レーザ光の波長を所定の波長となるように制御する場合には、予め所望の波長のレーザ光が入射するとき、出射スリット3dから光が出るように回転ステージの角度を調整しておき、レーザ光が前記出射スリット3dから出るようにそのレーザ光の波長を波長選択手段(例えば調整可能なエタロン)などによって同定する。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、分光器を用いて波長を同定する場合、必ず煩雑なアライメント作業が伴い、また良い分析結果を得るためには大型の分光器が必要となり、装置が大がかりかつ高価になる。

本発明は上記実情に鑑みてなされたもので、分光器を用いずにレーザー光の波長制御を行なうことができるレーザー光の波長制御方法を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段および作用〕

本発明によれば、発振レーザー光の一部を、該レーザー光の波長に対応した位置に干渉縞を形成する光学手段に入射させ、この干渉縞の位置が目標波長に関連した位置と一致するように発振レーザー光の波長を変更する手段を制御するようにしている。

〔実施例〕

以下、本発明を添付図面を参照して詳細に説明する。

第1図は、本発明の一実施例を示す概略図で、エキシマレーザー発振器10、エタロン11、ビームスプリッタ12、モニタエタロン系13、信号処理器14、制御器15、ガスプロセッサ16および調整装置17から構成されている。

エキシマレーザー発振器10は紫外域の波長を有するレーザー光を発振し、波長選択手段の1つである

(3)

ある。

第2図(a)より、 θ は $\tan^{-1}(r_1/x)$ で得られるので、 r_1 の値(干渉縞の位置)を知ることができれば、上記第(1)式に基づいて波長 λ を知ることができる。今、 $r_1 = 0.587 \text{ mm}$ 、 $r_2 = 1.827 \text{ mm}$ 、 $r_3 = 2.516 \text{ mm}$ 、 $R_1 = 3.054 \text{ mm}$ 、 $r_4 = 3.510 \text{ mm}$ が得られたとすると、レーザー光の波長は上式より $\lambda = 248.35 \text{ nm}$ が得られる。

なお、第2図中の13aに球面レンズの代りにシリンドリカルレンズを使用しても良い。この場合得られる干渉縞は(c)のような平行線のものである。(b)の同心円の干渉縞と(c)の平行線の干渉縞では(c)の方が縞に曲率のない分だけ高い精度で位置検出が可能である。

信号処理器14には予め目標波長が与えられており、信号処理器14は上記のようにして求めた波長と目標波長とを比較し、発振波長が目標波長と一致するように制御器15に制御信号を出力する。

制御器15は、信号処理器14から加えられる信号に基づいてレーザー光の波長が目標波長に一致する

エタロン11は、入射する上記レーザー光のうち、特定の波長のレーザー光のみを通過させる。ビームスプリッタ12は入射するレーザー光を分割し、一方は主用途(例えば縮小投影顕微鏡)へ、他方はモニタエタロン系13に導く。

モニタエタロン系13は第2図(a)に示すようにレンズ13a、エタロン13bおよびラインイメージセンサ13cから構成され、レンズ13aは入射したレーザー光を拡大し、エタロン13bを介してラインイメージセンサ13cの検出面上に入射させる。この検出面上には、第2図(b)に示すように干渉縞が形成され、ラインイメージセンサ13cはこの干渉縞の位置・間隔の情報を信号処理器14に送る。

信号処理器14は、まず上記入力情報からレーザー光の波長を求める。すなわち、エタロン13bは、次式、

$$m\lambda = 2d \cos \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

に適合するレーザー光を透過させる。ここで、 m は次数、 λ は波長、 d はエタロン13bのギャップで

(4)

ようにガスプロセッサ16または調整装置17若しくはその両方に対して制御をかける。

すなわち、エキシマレーザー発振器10は、その発振媒体であるガスの混合比に応じた波長のレーザー光を発振するが、上記ガスプロセッサ16は混合成分ガスの供給ラインに配設されたマスフローコントローラ・電磁弁等の開閉及びその時間間隔を制御してガス組成を変更し、これによってレーザー光の波長を目標波長に向って移動させる。

また、エタロン11はレーザー光の入射角の変化に応じて通過するレーザー光の波長を変化させることができる。調整装置17は、例えばこのエタロン11を回転させるステップモータ等からなり、前記信号処理器14から加えられる信号(パルス信号)によりエタロン11の回転角を制御し、これによってレーザー光の波長を目標波長に向って移動させる。なお、エタロン11によって波長制御する場合、上記回転角制御に限らず、エタロン11のギャップ、エタロン11のギャップ間のガス圧あるいはガスの種類を変更するようにしてもよい。

(5)

(6)

なお、信号処理器14は必ずしも波長を求める必要はなく、予めモニタエタロン系13に目標波長のレーザ光が入射するときに形成される干渉縞の位置を記憶しておき、検出した干渉縞の位置が上記記憶した位置に形成されるように制御信号を出力するようにしてもよい。

また、上記実施例では、ビームスプリッタ12によってレーザ光を分割し、モニタエタロン系13のレンズ13aを介してレーザ光を拡大してエタロン13bに入射させるようにしたが、これに代えて光ファイバを用いるようにしてもよい。すなわち、光ファイバの一端を発振レーザ光束中に入れ、他端をエタロン13bの前方所定位置に対峙させる。

一方、モニタエタロン系13の代わりに、マイケルソン干渉計を用いてもよい。第3図に示すようにマイケルソン干渉計20は、2枚のレンズ21、22、2枚の全反射ミラー23、24およびビームスプリッタ25から構成されている。今、ミラー23、24が点Oから等距離にある場合は、ビームスプリッタ25によって等分されたレーザ光が等しい光路を通過

(7)

波長にピークを有する信号パターンを得るようにしてもよい。

第4図は色素レーザの波長制御を行なう装置の実施例を示す。なお、第1図と同一箇所には同じ番号を付し、その詳細な説明は省略する。

同図において、色素レーザ31はエキシマレーザ、YAGレーザ等の励起レーザ30によって光ポンピングを行ないレーザ光を発振する。そして、調整装置32は、制御器15からの信号によりそのレーザ光の発振波長が目標波長となるように色素レーザ31のステージを駆動する。なお、色素レーザ31の溶媒の種類あるいは濃度を調整して発振波長を制御するようにしてもよい。

なお、本実施例では、制御器15によってガスプロセッサ16や調整装置17を自動的に制御し、発振波長を目標波長に一致させるようにしているが、オペレータが定期的にガスプロセッサ16や調整装置17を手動で調整して発振波長を目標波長に一致させるようにしてもよい。

(発明の効果)

(9)

した後、結像面26に到着するため、この結像面には入射光の像がそのまま現れる。なお、レンズの倍率によりサイズは変化することがある。

ここで、一方のミラー24を Δh だけ後方に移動させると、ミラー24で反射された光は、 $2\Delta h \cos \theta$ 分だけ長い光路を通過した後、結像面26に到着するため、この増加分の光路長が波長 λ に対して次式、

$$2\Delta h \cos \theta = m\lambda \quad \text{---(2)}$$

を満足すれば、この θ の位置では光は強め合い、結像面26ではこの θ に関連する半径 f 、 $\tan \theta$ の明るい円環を作る。

上記第(2)式からも明らかなように逆に Δh を特定の値(1mmとか0.1mm)に固定した場合、波長 λ の変化により θ 、つまり円環の半径が変化することになる。

したがって、結像面26にラインイメージセンサを配置し、このラインイメージセンサにより明るい円環を検出するようにすれば、波長の変化を電気的に検出したことになる。

(8)

以上説明したように本発明によれば、分光器を使用する必要がなくなるため装置が簡略になる。また、波長検知部分の装置は従来の大型の分光器に対して価格の面でも1桁ぐらい安価に構成できる。さらに、縮小投影露光用光源として本発明に係るレーザ光を用いると、露光波長を所定の波長に精度よく固定できるため、フォーカスエラーがなくなり歩留りがよくなる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例を示す概略図、第2図(a)、(b)および(c)はそれぞれ第1図のモニタエタロン系を説明するために用いた図、第3図はマイケルソン干渉計を示す図、第4図は本発明による他の制御対象レーザを示す概略図、第5図は従来装置を示す概略図である。

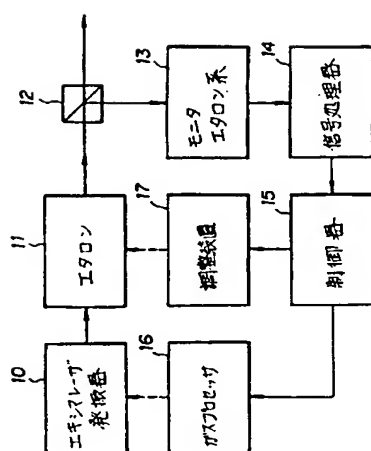
10…エキシマレーザ発振器、11、13b…エタロン、12…ビームスプリッタ、13…モニタエタロン系、13a…レンズ、13c…ラインイメージセンサ、14…信号処理器、15…制御器、16…ガスプロセッサ

(10)

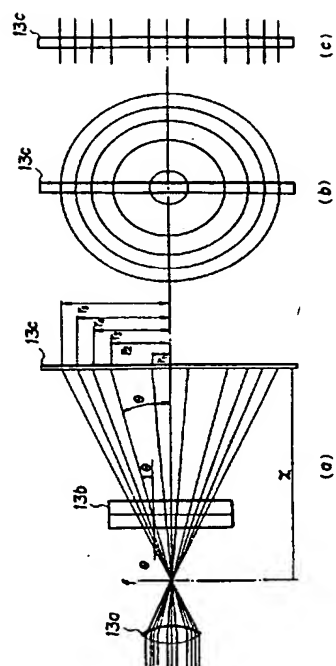
サ、17…調整装置、20…マイケルソン干渉計、30…
 励起レーザ、31…色素レーザ。

出願人代理人 木村 高久

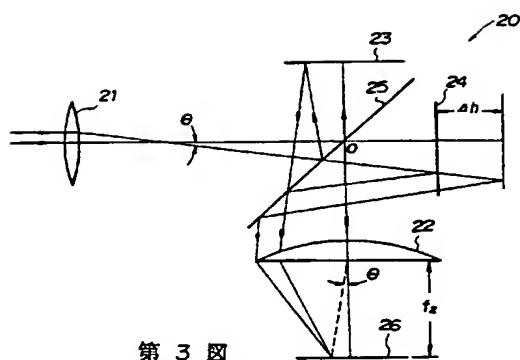
(11)



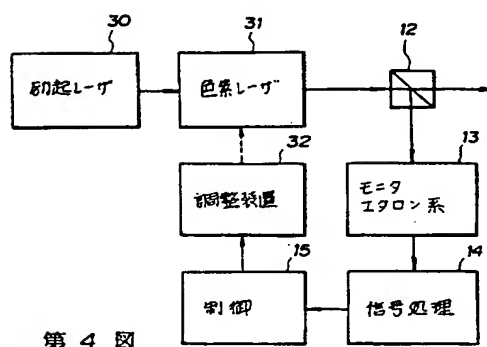
第1図



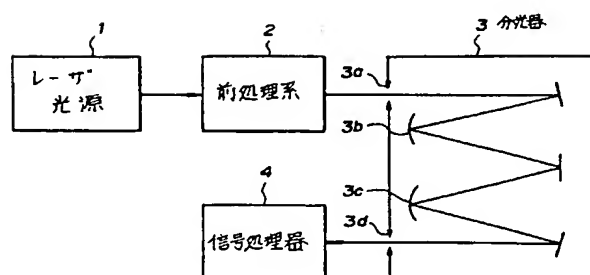
第2図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

